

Heteraster guali sp. nov. (Echinodermata: Echinoidea) de l'Aptià de la conca del Maestrat

Enric Forner i Valls

Ateneu de Natura. Sant Roc, 125 3r. 5a. 12004 Castelló de la Plana. fornerivals@gmail.com

Atesa la bona conservació, en general, de les conquilles de calcita dels Echinoidea fòssils, es poden estudiar amb relativa facilitat. Tot i això, el coneixement de la rica fauna d'equínids de la conca del Maestrat està molt lluny de completar-se. Encara resulta més paradoxal que just l'ordre dels Spatangoida -que és, amb diferència, el més ric de la conca, en diversitat d'espècies i en nombre d'exemplars-, siga el més desconegut.

Darrerament, però, sota l'impuls de dues institucions, Ateneu de Natura i l'Associació Paleontològica i Mineralògica d'Onda, estan proliferant els estudis i les publicacions sobre equinologia de la conca del Maestrat. S'han descrit 7 espècies noves d'equinoïdeus i s'ha millorat el coneixement sobre la classe. Però queda molta tasca per fer. Aquest estudi s'insereix en un projecte global d'estudiar tota la fauna fòssil d'Echinoidea de la conca del Maestrat.

En aquest treball, es descriu una espècie nova del gènere *Heteraster* (Echinoidea: Spatangoida) de l'Aptià inferior de la subconca sedimentària de Morella: *H. guali* sp. nov. És la segona espècie fòssil d'equinid descrita al municipi de Vallibona. La descripció acaba amb assignacions incertes o indefinides sobre aquesta espècie i en precisa la distribució estratigràfica: Aptià inferior, formació Margues del Forcall, membre Margues de Morella la Vella; biozones d'ammonits: *Deshayesites deshayesi* i *Dufrenoyia furcata* i la distribució geogràfica a distints municipis dins de la subconca de Morella.

El treball suposa una millora en el sentit que resol les incògnites sobre una espècie concreta. És un pas endavant. Tanmateix, l'objectiu ambiciós final continua sent establir un coneixement prou complert de la fauna d'equínids fòssils de la conca que permeta bastir en el futur una biozonació en base als equinoïdeus. També comporta un avanç en el coneixement de l'evolució del gènere *Heteraster* arreu del món, ja que, considerant el ric registre de la conca del Maestrat, aquest ha de jugar un paper clau en la seua comprensió completa.

Mots clau: Echinoidea, Spatangoida, Toxasteridae, Aptià, Fm. Margues de Forcall, conca del Maestrat, espècie nova.

Heteraster guali sp. nov. (Echinodermata: Echinoidea) from the Aptian of the Maestrat Basin

The generally good state of conservation of the calcite fossil shells of Echinoidia allows them to be studied with relative ease. Despite this, our knowledge of the rich fauna of equinoids in the Maestrat Basin is far from complete. It is even more paradoxical that the order Spatangoida, by far the richest in terms of diversity of species and number of specimens found in the basin, is also the least understood.

Lately, however, under the auspices of Ateneu de Natura and the Associació Paleontològica i Mineralògica d'Onda, studies and publications on equinology in the Maestrat Basin have been proliferating. 7 new species of equinoids have been described and our knowledge of the class has been enhanced, although there remains a lot of work to do.

This paper forms part of a comprehensive project to study the entire fossil fauna of Echinoidea in the Maestrat basin and specifically describes a new species of the *Heteraster* genus (Echinoidea: Spatangoida) from the early Aptian of the Morella sub-basin: *H. guali* sp. nov. It is the second species described from the municipality of Vallibona. The description ends with uncertain or indefinite assignments on this species and specifies the stratigraphic distribution: early Aptian, Marls of the Forcall formation, Marls of Morella

la Vella member; ammonites biozones: *Deshayesites deshayesi* and *Dufrenoyia furcata* and the geographical distribution to different municipalities within the Morella sub-basin.

This work is a step forward in the sense that it resolves some questions on a specific species. However, the ambitious final objective is still to establish a sufficiently complete knowledge of the fossil equine fauna in the basin that would allow a biozonation based on equinoids to be constructed in the future. It also advances our understanding of the evolution of the *Heteraster* genus around the world and, given the rich record found in the Maestrat Basin, this must play a key role in its complete comprehension.

Keywords: *Echinoidea*, *Spatangoida*, *Toxasteridae*, *Aptian*, *Marls of Forcall Formation*, *Maestrat Basin*, *new species*.

Introducció

El gènere *Heteraster* d'Orbigny, 1855 es considera descendent del gènere *Toxaster* Agassiz, 1840 (Devriès, 1960; Rey, 1972; David et al., 1987) i se'l té per monofilètic (Villier, 2001; Villier et al., 2004). Va aparèixer al Barremià i es va extingir al Cenomanià segons Smith & Kroh (2018), però d'altres autors (David et al., 1987; i Villier, 2001; Villier et al., 2004, Vaziri & Arab, 2011) avancen l'inici a l'Hauterivià. En tot cas, a partir de l'Aptià, té una gran expansió i diversitat que es perllonga durant l'Albià, i s'extingeix, bruscament, a l'inici del Cenomanià (Villier, 2001). S'han descrit moltes espècies que evolucionen de forma ràpida.

El gènere *Heteraster* comprèn 46 espècies segons relacionen diversos autors (Lambert & Thiéry, 1909-1925; Kier & Lawson, 1978; Villalba, 1993; Kroh, 2010; Saura & Garcia, 2012; Smith & Kroh, 2018). Alguns autors, com ara Villier et al., (2004) o Smith & Kroh, (2018), inclouen dins d'aquest gènere *H. delgadoi* (de Lorient, 1888) però d'altres autors no, perquè assignen aquesta espècie al gènere *Washitaster* Lambert, 1927 (Saura & Garcia, 2012; Forner & Segura, 2018), que és el criteri que s'ha seguit aquí. Tampoc s'ha inclòs *H. nobilis* (Stoliczka, 1873), citat per Srivastava, (2004, 2012) a l'inici del Cretaci Superior de l'Índia perquè els porus que s'aprecien en l'ambulacre III figurat (Srivastava, 2004: 132, pl. II, fig. 1) no es corresponen amb els d'un *Heteraster*. Vaziri & Arab (2011) citen a Villier et al. (2001) i donen un xifra bastant menor: 34 espècies. Villier (2001), en la seua tesi inèdita, que potser és el treball més complert sobre el gènere, considera que, de les 85 espècies nominals assignades al gènere,

només 31 espècies són vàlides i 2 casos resulten dubtosos. D'elles, 18 de les 33 s'han descrit als marges del Tethys. David et al. (1987) consideraven que eren 40; Devriès (1960) n'havia citat 35.

El tret diagnòstic fonamental per a distingir el gènere *Heteraster* és que disposa de dos tipus de porus en l'ambulacre III, el frontal, que se succeeixen de forma alternativa i segons patrons diferents. Uns serien isoporus, més o menys simètrics, relativament menuts, amb una protuberància interporal, que seguint a Smith (1980) i Villier et al. (2001) estarien associats a uns peus ambulacrals amb funcions d'excavar o de transport d'aliments; i uns altres serien parells de diploporus allargats, que seguint els mateixos autors, estarien associats amb peus ambulacrals amb funcions respiratòries.

Dins la conca del Maestrat, el nombre d'espècies citades d'*Heteraster* varia molt d'uns autors a altres. Villalba (1993) en troba 8 espècies (inclòs *delgadoi*), 9 segons la publicació posterior (2003), mentre que Saura & Garcia (2012) en registren 5. En un poster editat en 2017, aquests últims autors figuren les mateixes 5 espècies citades anteriorment: *H. constrictus* (Fourtau, 1921), *H. couloni* (Agassiz, 1839), *H. oblongus* (Brongniart, 1821), *H. peroni* (Ficheur, 1900) i un *Heteraster* sp., que és l'espècie que es descriu en aquest treball. En total, hi figuren 36 espècies d'equínids irregulars per a la conca del Maestrat. Entre aquests autors i Villalba només hi ha una coincidència plena: *H. oblongus*. L'última autora registra una forma similar a *H. couloni*. Aquesta última dada ja posa en evidència que caldria revisar el gènere *Heteraster* a la conca sedimentària del

Maestrat. Aquest treball, de pretensions modestes, només té com a objectiu descriure l'espècie concreta estudiada.

D'altra banda, al terme municipal de Vallibona, fins ara només s'havia descrit una espècie fòssil (Forner, 2011; Forner & Gual, 2013): l'equínid *Parorthopsis royo* (Lambert, 1935). En la resta d'estudis paleontològics publicats específicament sobre Vallibona (Gual & Forner, 2013; Forner et al., 2015; Forner & Gual, 2016; Matamalas-Andreu et al., 2016) tampoc no s'ha citat l'espècie estudiada. El jaciment del mas de les Argiles, però, ja es va esmentar en l'article de Forner et al. (2015).

L'espècie estudiada és coneguda entre els equinòlegs del país. Fins i tot té un zoònim popular assignat, davant la impossibilitat d'anomenar-lo pel científic, *Heteraster pla*, on l'específic fa referència al seu tret més característic: és molt deprimit. Estaríem davant d'un morfònim en el tipus de nom assignat, segons la terminologia de Forner (2014). Però l'espècie no s'havia descrit i algunes assignacions de paleontòlegs són imprecises i fins i tot divergents (Villier, 2001; Villier et al., 2001; Vaziri & Arab 2011).

Material i mètode

Marc geogràfic i geològic

Els jaciments del mas de les Argiles i del mas de l'Escala es troben dins del terme municipal de Vallibona, a la comarca dels Ports, al nord del País Valencià; el jaciment dels mas de la Mola i el de la Puntassa se situen al poble de Coratxà, actualment dins del

terme municipal de la Pobla de Benifassà, a la subcomarca de la Tinença de Benifassà (el Baix Maestrat), també al nord del País Valencià (Fig. 1). L'àrea d'estudi es localitza dins la conca cretàcia inferior del Maestrat, concretament a la subconca de Morella, de les set definides per Salas & Guimerà (1996). Els materials on s'han trobat els equínids corresponen a la part superior de la formació de les Margues del Forcall (Fig. 2). Les formacions d'aquesta àrea van estar inicialment apuntades per la tesi doctoral de Canérot (1974) i formalment descrites en el treball de Canérot et. al. (1982) i completades per Salas (1987). Es pot consultar una visió completa i il·lustrada de tot el cicle Cretaci Inferior de la conca del Maestrat al treball de Salas (1986). L'edat de l'aflorent correspon a l'Aptià inferior (Bover-Arnal et al., 2016). Els estudis recents (García et al., 2014; Villanueva et al., 2014) han fixat el límit del contacte entre el Barremià i l'Aptià a la conca del Maestrat a la part més inferior de la Fm. les Margues del Forcall, de manera que la posició estratigràfica de la part superior de la Fm. Forcall, el membre Margues de Morella

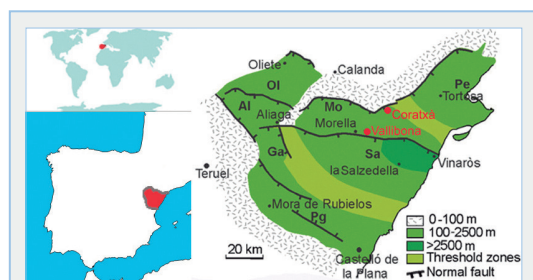


FIGURA 1. Localització dels jaciments a la conca del Maestrat (Salas & Guimerà, 1996).

Outcrop location in the Maestrat basin (Salas & Guimerà, 1996).

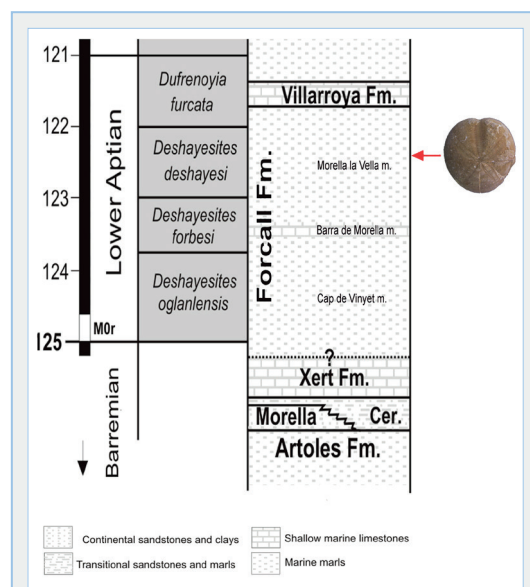


FIGURA 2. Posició estratigràfica dels jaciments on s'ha trobat *Heteraster guali* sp. nov., a la conca del Maestrat segons García et al. (2014).

Stratigraphic position of the outcrops where *Heteraster guali* sp. nov. was collected in the Maestrat Basin according García et al. (2014).

la Vella (MMV) (Fig. 2), cal assignar-la a l'Aptià inferior. L'edat absoluta de la Fm. Forcall, segons la datació per isòtops d'estronci $87\text{Sr}/86\text{Sr}$, és de 123.6 milions d'anys (123.03-124.13), tal com es desprèn del treball de Bover-Arnal et al. (2016). Correspon a dues biozones d'ammonits: *Deshayesites deshayesi* i *Dufrenoyia furcata*, segons indica Moreno-Bedmar in Forner & Moreno-Bedmar, 2018 (Fig. 2).

Material

Els exemplars d'aquesta espècie apareixen quasi sempre esclafats. Sembla que ho estaven ja en origen, en els primers moments del procés tafonòmic. Potser la carcassa era molt fràgil i, si no quedaven enterats molt ràpidament, era molt improbable la bona conservació, com apuntaven Smith & Rader (2009). Dins del gènere *Heteraster*, que acostuma a donar registres abundants en nombre d'exemplars, aquesta

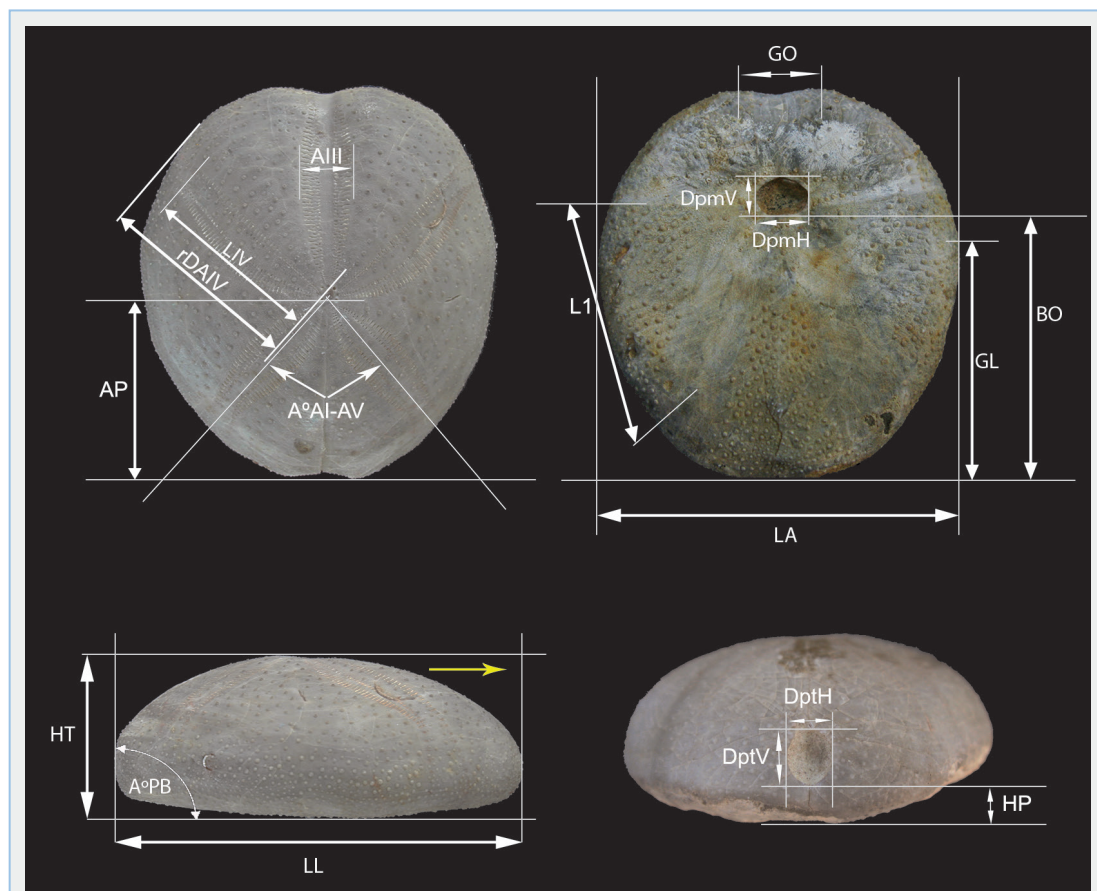


FIGURA 3. Mesures utilitzades en aquest estudi. LL: longitud de la corona; LA: amplada; HT: alçada; GL: màxima amplada respecte al marge posterior; LIV: longitud del pètal IV; DptV: longitud del periprocte; DptH: amplada del periprocte; A° I-V: angle (en graus) que formen els pètals I i V; DpmH: amplada del peristoma; DpmV: longitud del peristoma; rDAIV: distància radial de l'ambulacre IV (des de l'apex a l'àmbit); AIII: amplada màxima del pètal III; HP: distància des de la base a l'inici del periprocte. AP: distància del sistema apical (gonòporus posteriors) a la part posterior; BO: distància de la vora posterior del peristoma al marge posterior de la corona; L1: amplada de l'interambulacre 1 a l'àmbit; GO: amplada escotadura anterior.

Dimensions used in this work. LL: test length; LA: width; HT: height; GL: maximum width to the posterior border; LIV: petal IV length; DptV: length periprocte; DptH: width periprocte; A° I-V: angle of the petals I and V; DpmH: peristome width; DpmV: peristome length; rDAIV: radial distance the ambulacrum IV, of the apex to the ambitus; AIII: maximum petal III width; HP: distance from the beginning of the periprocte to the test base; AP: distance of apical system (posterior gonopores) to posterior; BO: distance of the peristome posterior to the posterior of the test; sal: anal sulcus length; L1: interambulacrum 1 with to the ambitus; GO: anterior groove width.

Mesures	Holotip	Mitjana	DS	n	Màx.	Mín.
Dimensions	Holotype	Mean	SD	n	Max.	Min.
LL	55.0	49.28	10.10	11	73.3	38
LA	50.4	43.21	5.87	10	50.4	34.7
HT	20.2	18.8	1.83	10	21.2	16.5
HP	4.4	5.35	1.49	6	8.2	4.2
AP	25.4	22.2	5.54	11	34.6	15.2
BO	37.6	31.79	5.38	7	40.5	26.7
GL	29.2	26.28	4.51	10	32.8	20.1
A°PB	90.8	88.06	4.78	9	93.7	77.2
A° AI-AV	81.4	75.7	5.00	9	82.6	69.6
A° AII-AIV	98.6	95.06	3.72	9	99.8	87.4
A° AI-AII	85.6	89.4	4.30	9	93.8	81.9
A° AII-AIII	41.0	44.34	4.45	10	51.2	38.5
LI	21.2	19.52	2.59	9	23.8	16
LII	26.1	22.35	4.45	11	32.2	17
LIII	26.4	23.91	4.58	9	32.5	18.3
rDAI	24.9	22.54	2.66	10	26.8	18
rDAII	30.4	25.53	4.96	11	35.7	18.4
rDAIII	31.1	26.87	5.31	10	38.3	20.3
AI	7.5	6.72	1.21	10	8.9	5
AII	6.9	6.47	1.10	11	8.3	4.5
AIII	7.2	5.95	1.03	8	7.2	4.2
nppAIIbp	56	51.125	7.34	8	63	41
nppAIIba	47	44.125	5.69	8	53	35
nppcAIIIbe	11	7.33	2.25	6	11	5
npplAIIIbe	34	31.33	4.97	6	36	24
DptV	6.4	5.4	0.71	4	6.4	4.9
DptH		4.35	0.29	4	4.7	4
DpmV	5.1	3.93	0.81	6	5.1	3.1
DpmH	8	5.75	1.25	6	8	4.8
GO	13.8	10.88	1.94	8	13.8	8.5
L1	34.2	30.07	7.82	9	47.2	21.9
L2	21.1	17.81	3.66	9	25.1	14.2
L5	25.7	22.41	4.08	9	29.6	17.5

TAULA 1. Mesures en mm d' *Heteraster guali* sp. nov. de l'Aptià inferior de la conca del Maestrat. Veure Fig. 3 per entendre les mesures. nppAIIbp: nombre de parells de porus en el pètal II, en la branca posterior. nppcAIIIbe: nombre de parells de porus curts en el pètal III, branca esquerra. DS: desviació estàndard. n: nombre d'exemplars mesurats.

Dimensions in mm of *Heteraster guali* sp. nov. from the early Aptian of the Maestrat Basin. Refer to Fig. 3 for an understanding of the dimensions. nppAIIbp: pair pores number in petal II, posterior branch. nppcAIIIbe: short pairs pores number in petal III, left branch. SD: Standard deviation. n: number of specimens measured.

espècie és, en canvi, molt escassa i els exemplars ben conservats, sense esclafar, són molt rars. S'han pogut mesurar, en tot o en part, 11 exemplars i s'ha examinat un conjunt major d'individus on es podia apreciar alguna part. Els exemplars que s'han pogut mesurar provenen dels jaciments del mas d'Argiles i del mas de l'Escala, a Vallibona, i dels jaciments del mas de la Mola i de la Puntassa, a Coratxà (la Pobla de Benifassà). Se n'ha constatat també la presència, encara que sense aportar exemplars mesurables, al Forcall (jaciments de la Font del Real i de l'ermita de

Índex	Holotip	Mitjana	DS	n	Màx.	Mín.
Ratio	Holotype	Mean	SD	n	Max.	Min.
HT/LL	0.37	0.41	0.05	10	0.50	0.34
LA/LL	0.92	0.92	0.02	10	0.96	0.89
BO/LL	0.68	0.70	0.02	7	0.74	0.68
HP/HT	0.22	0.28	0.06	6	0.39	0.22
GL/LL	0.53	0.56	0.04	10	0.62	0.51
AP/LL	0.46	0.45	0.04	11	0.50	0.38
LI/rDAI	0.85	0.88	0.04	9	0.93	0.78
LII/rDAII	0.86	0.88	0.04	11	0.93	0.78
LIII/rDAIII	0.85	0.89	0.04	9	0.94	0.84
I/T AIII	0.76	0.81	0.05	6	0.88	0.75
ba/bp AII	0.84	0.86	0.02	6	0.90	0.84
DptV/DptH		1.20	0.07	3	1.26	1.11
DpmV/DpmH	0.64	0.69	0.05	6	0.74	0.63
LI/LII	0.81	0.87	0.08	9	0.97	0.74
L5/LA	0.51	0.50	0.03	8	0.54	0.46
LIII/LL	0.48	0.49	0.02	9	0.51	0.44
AII/LII	0.26	0.29	0.03	11	0.34	0.25
AII/AI	0.92	0.97	0.05	10	1.04	0.90
AI/LI	0.35	0.35	0.02	9	0.38	0.31
L2/LL	0.42	0.39	0.02	8	0.42	0.37
L1/LA	0.62	0.60	0.03	9	0.64	0.57

TAULA 2. Índex d' *Heteraster guali* sp. nov. de l'Aptià inferior de la conca del Maestrat. Veure Fig. 3 i Taula 1 per entendre els índex. I/T AIII: proporció entre el número de parells de porus llargs i el total (prescindint dels 8 primers) del pètal III. ba / bp AII: proporció entre el número de plaques en la branca anterior i la branca posterior del pètal II. DS: desviació estàndard. n: nombre d'exemplars mesurats.

Index of *Heteraster guali* sp. nov. from the early Aptian of the Maestrat Basin. Refer to Fig. 3 and Table 1 for an understanding of the index. I/T AIII: ratio between the long pores pairs number and total (excepting the first 8) of petal III. ba/bp AII: ratio between the number of the plates in the anterior branch and the posterior branch in petal II. SD: Standard deviation. n: number of specimens measured.

la Consolació), a la Todolella (jaciments del Collet del mas de Vinyals i de la Moleta de la Sebastiana) i a Morella (jaciments del mas Cremat i del mas de Morella la Vella). Tots, dins la subconca de Morella i sempre en nivells del membre Margues de Morella la Vella de la formació Margues del Forcall.

L'holotip, número de registre MGB 78213, i 3 paratips, MGB 78214-87216, es conserven al Museu de Geologia - Museu de Ciències Naturals de Barcelona (MGB). Es diposita un altre paratip al Museu de Geologia de la Universitat de València (MGUV) amb el número MGUV-36325. Es guarden al Muséum national d'Histoire naturelle, Collection de Paléontologie (París, France) (MNHN.F) 2 paratips amb els números MNHN.F.A70295 i MNHN.F.A70296. Es desa un paratip al Musée cantonal de géologie, Lausanne (MGL) amb el número MGL 102102. A la Col·lecció Municipal de Paleontologia i Mineralogia de l'ajuntament d'Onda (CMMPMO) es cedeix un paratip amb el número de registre CMMPMO-P477. Al Natural History Museum Vienna es conserven els paratips NHMW 2018/0227/0001 i 0002. La resta d'exemplars es guarden a la col·lecció d'Ateneu de Natura (CADN).

Mètodes

En la sistemàtica, s'ha seguit Kroh & Smith (2010); s'han consultat també el *Treatise on Invertebrate Paleontology* (Fischer, 1966) i *The Echinoid Directory* (Smith & Kroh, 2018). Respecte al gènere *Heteraster*, s'han tingut en compte els treballs de Devriès (1960), de Villier (2001) i de Villier et al. (2004). Pel que fa a la terminologia descriptiva i a l'orientació espacial dels exemplars, s'ha seguit allò establert, respectivament, als capítols corresponents del *Treatise* (Melville & Durham, 1966; Durham & Wagner, 1966) i de la *Història Natural dels Països Catalans* (Gallemí, 1988), per als termes en català. En la terminologia de les fascioles, s'ha seguit Néraudeau et al. (1998) i, en la dels tipus de porus, a Villier et al. (2001). En els topònims, hem seguit l'Acadèmia Valenciana de la Llengua (Pitarch & Serret, 2008; *Corpus toponímic*, AVL, 2018). Els dibuixos s'han fet calcant ampliacions fotogràfiques en una caixa de llum Huion model L4S. Les abreviacions usades a la llista de sinònims segueixen les propostes de Matthews

(1973): per exemple, l'ús del prefix v antecedint l'any d'una sinònimia evidencia que l'exemplar ha estat estudiat pels autors. Les mesures s'han pres amb un peu de rei digital, arrodonint-se a dècimes de mil·límetre. Les dimensions es donen en mm. Per mesurar els gonoporus i els porus ambulacrals, s'ha utilitzat un microscopi digital, Edge, Dino-Lite. Les mesures de la longitud dels porus ambulacrals s'han pres a la part central dels pètals.

Les mesures s'han pres com s'indica a la Fig. 3. Entre altres, s'han pres les set mesures bàsiques que postu-laven David et al. (1987) i François & David (2006) i les 17 que propugna Villier (2001); fins on ha estat possible, s'ha respectat la nomenclatura d'aquest autors. A més a més, s'han mesurat els angles entre la part posterior i la base de la corona i entre els pètals, i s'ha pres com a referència l'eix central de cada pètal; s'ha mesurat la distància radial dels ambulacres des de la placa ocular fins a l'àmbit; i també l'amplada i llargada del periprocte i el peristoma; i s'han comptat els parells de porus llargs i curts del pètal III més enllà del vuitè (Taula 1). Es defineix l'índex del nombre de parells de porus llargs respecte al total descomptant els vuit primers més pròxims a l'àpex en el pètal imparell (Taula 2: I/TAIII).

Resultats

Sistemàtica paleontològica

Classe ECHINOIDEA Leske, 1778

Cohort IRREGULARIA Latreille, 1825

Superordre ATELOSTOMATA Zittel, 1879

Ordre SPATANGOIDA L. Agassiz, 1840

Família TOXASTERIDAE Lambert, 1920

Gènere *Heteraster* d'Orbigny, 1855

Espècie tipus *Spatangus oblongus* Brongniart, 1821, per designació original

***Heteraster guali* sp. nov.**

Fig. 4-10.

2001 *Heteraster saperi* (de Lorient, 1904). Villier: 105, fig. 3.16 (dibuix).

2001 *Heteraster ucetiae* (Dumas, 1878). Villier et al.: 566, fig. 4 (dibuix).

v 2012 *Heteraster* sp. Saura & García: 72, fig. 4a-4c.

v 2017 *Heteraster* sp. Saura & García: pòster.

Localitat tipus: Vallibona (conca del Maestrat, península Ibèrica), jaciment del mas de les Argiles.

Estrat tipus: Aptià inferior. Fm. Margues del Forcall, membre Margues de Morella la Vella. Biozones d'ammonits: *Deshayesites deshayesi* i *Dufrenoyia furcata*.

Distribució geogràfica: Vallibona, Coratxà (la Pobla de Benifassà), el Forcall, la Todolella i Morella. Subconca sedimentària de Morella.

Raó del nom: Es dedica a Vicent Gual i Ortí, vallibonenc de cor, com l'espècie nova, per la dedicació molt important i persistent a l'associació Ateneu de Natura.

Diagnosi: *Heteraster* gran, de contorn subcircular i molt deprimit (alçada/longitud: 40%). Pètals amples, llargs i rectes. El nombre de parells de porus llargs en el pètal de l'ambulacre III respecte al total, més enllà dels vuit primers, és molt alt: 80%.

Diagnosis: *Heteraster large, subcircular in outline and very depressed (height / length: 40%). Wide, long and straight petals. The number of pairs of long pores in the petal of the ambulacre III compared to the total, beyond the first eight, is very high: 80%.*

Descripció: Corona gran (màxima longitud registrada: 73.3 mm; Taula 1), de contorn subcircular, moderadament escotada a la part anterior pel solc de l'ambulacre III i molt lleugerament a la part posterior, pel periprocte (Fig. 4, 5 i 6); molt deprimida (alçada/longitud: 0.4; Taula 2) i ampla (amplada/longitud: 0.93). L'àmbit s'assoleix prop de la base; la màxima amplada és un poc anterior (a un 56% de la longitud, respecte del marge posterior); la màxima alçada,

coincidint amb el sistema apical, és un poc posterior. La base, lleugerament còncava, es va enfonsant cap al peristoma. Les vores són arrodonides. La superfície apical és suaument convexa, i està truncada a la part posterior en un angle d'uns 90 graus. L'angle que es forma entre els pètals I i V mesura al voltant del 80 graus; entre els pètals I i II, entorn als 90°; entre els pètals II i III, entorn dels 45°; i el que conformen els pètals II i IV, al voltant d'uns 85°.

Sistema apical un poc excèntric enrera (a un 45% del marge posterior; n=11; Taula 1), tetrabasal, etmo-fract, amb la placa ocular IV o bé inserta (Fig. 7A-B) o bé exserta (Fig. 7C i E). Els gonoporus posteriors estan un poc més separats entre ells que els anteriors, són circulars i, en l'holotip, mesuren al voltant de 0.4 mm de diàmetre. La placa genital 2 és més gran i ocupa tota la part central; tota la superfície està dotada d'hidroporus i sobresurt sobre el nivell de la resta de plaques del sistema apical (Fig. 4C). A totes les plaques genitals i oculars hi ha abundant granulació miliària (Figs. 6C i 8A). El periprocte és ovalat amb els marges superior i inferior un poc apuntats; ocupa bona part del poc marge posterior i s'inicia a la part més adapical de la truncatura posterior, que és plana o lleugerament deprimida, i escota molt lleugerament la part posterior. És allargat en el sentit longitudinal, en l'eix de Lovén, un 20% més alt que ample i està encerclat per 4 plaques perianals per cada banda (Figs. 7D i 9E; Taula 2).

L'ambulacre anterior, que és recte, està enfonsat, amb poca fondària, des del sistema apical fins al peristoma, escotant, de forma moderada, la part anterior de la corona. La longitud del pètal s'estén al voltant d'un 89% de la longitud radial fins a l'àmbit; és el més llarg dels cinc, tant en termes absoluts com en proporció respecte a la distància radial, però les diferències són escasses. Té una amplada lleugerament menor que la dels ambulacres parells, equivalent al 14% de l'amplada de la corona. A la zona més adapical del pètal, els parells de porus estan poc diferenciats, però a partir d'un cert punt (del 8é al 12é) es marquen les diferències entre parells llargs i curts. Hi ha molta variabilitat en l'alternança entre parells curts i llargs, però sempre són molts menys freqüents els curts (de 2 a 6 llargs per un curt, que no

repeteix mai) i hi ha una tendència, tal com el pètal s'allunya del sistema apical, a fer-se més esparsos els parells curts. Els últims parells del pètal, sovint, són tots llargs, i n'hi poden haver més de 10. El nombre de parells de porus llargs respecte del total del pètal, prescindint dels 8 primers, és del 80%. Entre les dues branques del pètal III, no hi ha simetria perfecta entre la situació dels parells llargs i curts. Els parells de porus curts estan conformats per un porus interior subcircular o ovalat i un extern ovalat un 50% més llarg que l'intern (mitjana 1,47 vegades en l'holotip), sovint oblic amb l'extrem més extern més abapical. L'espai interporal és molt curt, més curt que el porus intern, i de vegades s'aprecia una granulació interporal menuda. Els porus interns segueixen, més o menys, l'alineació dels porus interns dels parells llargs (Figs. 5D i 10C). Els parells de porus llargs estan conformats per un porus intern allargat paral·lel a la sutura adoral i un porus extern allargat de mida tres vegades la de l'intern (2,9 de mitjana, en l'holotip), amb la mateixa orientació transversal que els interns, excepte els que precedeixen a un parell de porus curts, d'orientació obliqua, en la part més externa cap a la part adoral, perquè la placa que sustenta el parell de porus curts no arriba a la sutura adradial. L'espai interambulacral és pla i més llarg que el dels parells curts, de la mida del porus intern o un poc major. A l'espai central de l'ambulacre, entre les dues branques, no hi ha tubercles primaris a diferència dels pètals parells, però sí que té tubercles miliaris. El nombre total de parells de porus del pètal III és de 55 en l'holotip, que mesura 55 mm de longitud.

Ambulacres anteriors. Els ambulacres parells anteriors no estan enfonsats en la superfície apical o quasi imperceptiblement; els pètals són rectes, amples i llargs; són subpetaloides i divergents al final (Fig. 9B). La branca anterior és recta i la posterior segueix una suau curvatura, convexa respecte l'exterior. La longitud dels pètals anteriors s'estén al voltant d'un 88% de la longitud radial fins a l'àmbit i tenen una amplada d'uns 6 mm, similar als altres ambulacres, equivalent al 15% de l'amplada de la corona. Les branques són asimètriques entre sí, l'anterior té els parells de porus més menuts i sempre disposa d'unes poques plaques menys que la branca

posterior (el 85% de mitjana; n: 6). La branca anterior és molt variable en la mida i forma dels porus. És asimètrica en si mateixa, amb els porus interiors subcirculars o ovalats mentre que els externs són allargats i dues vegades i mitja la longitud dels interns (2,57 vegades de mitjana en l'holotip). A més a més, en algun cas poden presentar també heterogeneïtat entre parells de porus més llargs i més curts (Figs. 8BiD; 9D i 10D). Hi ha exemplars on els porus són més menuts i poc diferenciats en la llargària. Aquesta variabilitat es pot trobar fins i tot en un mateix exemplar. L'espai interporal és pla i no supera la longitud del porus intern, el curt. La branca posterior disposa d'anisoporus allargats, els externs unes 3 vegades més llargs que els interns (3,21 de mitjana en l'holotip). L'espai interporal de la branca posterior és més gran que l'anterior, pla i sense cap protuberància. Hi ha tubercles primaris, escrobiculats, esparsos en l'espai central del ambulacre i abundant granulació miliària formant els anells escrobiculars i també, arribant a conformar alineacions perpendiculars a l'eix de l'ambulacre que travessen, fins i tot, entre dos parells de porus (Fig. 8C). Per contra, a la superfície oral els cinc ambulacres estan despulats de tuberculació primària. En la superfície oral, els ambulacres anteriors estan enfonsats cap al peristoma, tenen una amplada semblant a la de la superfície apical i són rectes i perpendiculars a l'eix de Lovén. En l'holotip, la branca anterior del pètal II té 47 parells de porus i la branca posterior 56.

Ambulacres posteriors. Els ambulacres parells posteriors, en la superfície apical, no estan enfonsats, els pètals són més curts que els anteriors (un 87%, de mitjana), són rectes, amples, subpetaloides i divergents a la part abapical (Fig. 9C). En la superfície oral, els ambulacres posteriors són molt més llargs que els altres i s'enfonsen suaument cap al peristoma; també són més amples que a la cara apical i llisos, sense tuberculació. Els pètals ocupen un 88% de la de la longitud radial fins a l'àmbit. Les dues branques són molt semblants, encara que és apreciable una certa asimetria. En la branca posterior els porus són un poc més llargs que en l'anterior (un 10% més llargs els porus interiors i un 20% els exteriors, en l'holotip). Cada branca està constituïda per diploporus allargats amb els interiors més curts; els exteriors són tres

vegades més llargs en la branca anterior i 3,5 vegades més llargs en la branca posterior. L'espai interporal és de la mida dels porus interiors i pla. Com als pètals anteriors, l'espai entre les dues branques té tubercles primaris i abundant granulació miliària (Fig. 6H). En l'holotip hi ha uns 40 parells de porus.

Peristoma. El peristoma és excèntric, desplaçat cap a la part anterior (al 70% de la longitud respecte del marge posterior), enfocat cap a sota i enfonsat (Figs. 5B i E; 6B i D). Els ambulacres en relació als interambulacres s'enfonsen progressivament cap al peristoma, especialment els tres anteriors. El contorn del peristoma és pentagonal, més ample que llarg, la longitud en l'eix de simetria representa un 69% de l'amplada; la vora és recta en la part posterior i lleugerament convexa en els altres quatre marges. Mesura, en l'holotip, 8 mm de l'eix transversal; de mitjana representa un 14% de l'amplada de la corona (n: 6). Els fil·lodes estan formats amb porus del tipus isoporus axialment dividits (axially partitioned isopores), amb una protuberància interporal en forma de cúpula; hi ha uns 6 parells de porus en els ambulacres II i IV; 5 en la branca externa i 4 en la branca interna en els ambulacres I i V; i 2 en l'ambulacre III (Fig. 10E).

Tuberculació. Els tubercles primaris són menuts, no crenulats, escrobiculats i, en alguns casos, amb lupa, es pot apreciar perforació (Figs. 8D i 9A). Són molt més densos i grans en la superfície oral, encara que només en els interambulacres, especialment al plastró, on presenten alineacions i s'aprecia de forma clara l'areola, lleugerament enfonsada i amb un contorn circular o hexagonal (Figs. 4D; 5F). Els tubercles primaris, en la superfície apical, són més esparsos i es mostren sense cap ordenació aparent, però regularment dispersos sobre tota la superfície, excepte en el solc de l'ambulacre III. En la zona que confronta amb l'ambulacre III, en els interambulacres 2 i 4, hi ha una feixa de tubercles secundaris més densa. Hi ha abundant granulació miliària, que conforma les anelles escrobiculars i omple els espais entre tubercles principals i de vegades configura alineacions. Són apreciables, en alguns exemplars, unes parafascoles en els interambulacres 1 i 4 (Fig. 8E) amb una clara alineació de la tuberculació miliària que s'acosta molt a veritables ortofascoles. Les

pues són rectes, no massa llargues, cilíndriques i molt fines, sense decoració visible (Fig. 4D).

Description

Large test (maximum registered length: 73.3 mm; Table 1), subcircular outline, moderately notched in the frontal part by the groove of the ambulacrum III and also very slightly at the rear by the periproct (Fig. 4, 5 and 6). The test is very depressed (height / length: 0.4; Table 2) and wide (width / length: 0.93). The ambitus reaches nearly to the base; the maximum width a little towards the front (at 56% of the length with respect to the posterior margin); the maximum height, coinciding with the apical system, slightly to the rear. The slightly concave base sinks towards the peristome. The edges are rounded. The smoothly convex apical surface is truncated at the back at an angle of about 90 degrees. The angle between petals I and V is around 80 degrees; between petals I and II around 90°; between petals II and III about 45°; and what makes up the petals II and IV about 85°.

Apical system is a little eccentric towards the rear (45% of the posterior margin; n = 11; Table 1), tetrabasal, ethmophract and the ocular plate IV is either well inserted (Fig. 7 AB) or well exerted (Fig. 7 C and E). Posterior gonopores are a little more separated from each other than the anterior ones. They are circular and in the holotype measure around 0.4 mm. Genital plaque 2 is larger and occupies the entire central part; the whole surface is equipped with hydropores and stands out against the level of the rest of the apical system plates (Fig. 4 C). In all genital and ocular plates there is abundant miliary granulation (Figures 6 C and 8 A). The periproct is oval with the upper and lower margins slightly pointed; it occupies a good part of the lower back margin and starts at the most adaptive part of the posterior truncation, which is flat or slightly depressed and has a slight furrow on the rear. It is extended longitudinally in the axis of Lovén, 20% higher than wide and is surrounded by 4 perianal plates per each band (Figs. 9 E and 7 D; Table 2).

The frontal ambulacrum is straight and slightly sunken from the apical system to the peristome, moderately notched to the anterior part of the crown. The length of the petal extends around 89% of the radial length to

the ambitus; it is the longest of the five both in absolute terms and in proportion to the radial distance but the differences are few. It is slightly less wide than that of the small ambulacra, equivalent to 16% of the width of the crown. In the most adaptable area of the petal, the pore pairs are differentiated only slightly but at a certain point (from 8th to 12th) the differences between long and short pairs are marked. There is a lot of variability in the alternation between short and long pairs but much less frequent among the short ones (from 2 to 6 long ones for every short, never repeating) and there is a trend, as the petal moves away from apical system, for the short pairs to become sparser. The last pairs of petals are often all long and there may be more than 10. The percentage of long pairs with respect to the total of the petal, excluding the first 8, is 80%. Between the two branches of petal III there is no perfect symmetry between the long and short pairs. The pairs of short pores are shaped by a subcircular or oval inner pores and an outer oval 50% longer than the internal one (average 1.47 times in the holotype) and often oblique with the most abapical external end. The interporal space is very short, shorter than the internal pores and occasionally a small amount of interporal granulation can be seen. The internal pores follow, more or less, the alignment of the internal pores of the long pairs (Figs. 5D and 10C). The pairs of long pores are shaped by internal elongated pores running parallel to the adoral suture and external elongated pores that are three times the size of the internal ones (2.9 on average, in the holotype), with the same transversal orientation of the internal (except those that precede a pair of short pores) with an oblique orientation and with the outermost part towards the adoral part because the plaque that supports the pair of short pores does not reach the adradial suture. The interambulacral space is flatter and longer than the one of the short pairs, is of the size of the internal pores or maybe a little greater. In the central space of the ambulacra, between the two branches, there are no primary tubercles unlike in the petals but it does have miliary tubercles. The total number of pore pairs of petal III is 55 in the holotype, which measures 55 mm in length.

The anterior pair of ambulacra are not sunken on the apical surface or perhaps somewhat imperceptibly; the petals are straight, wide and long; they are subpetaloid

and divergent at the end (Fig. 9B). The anterior branch is straight and the posterior one follows a soft curve, convex with respect to the outside. The length of the anterior petals extends around 88% of the radial length of the ambitus and is about 6 mm wide, similar to the other ambulacra and equivalent to 15% of the width of the crown. The branches are asymmetrical to each other; the anterior branch has the smallest pores and always has a few plaques less than the posterior branches (85% on average; $n: 6$). The anterior branch is very variable in the size and shape of the pores. The branches are asymmetrical with each other with the subcircular or oval inner pores while the external ones are extended and two and a half times the length of the internal ones (2.57 on average in the holotype). In addition, in some cases they can also present heterogeneity between longer and shorter pore pairs (Figs. 8B i D; 9D and 10D). There are specimens where pores are smaller and slightly differentiated in length. This variability can even be found in the same specimen. The interporal space is flat and does not exceed the length of the internal pores. The posterior branch has an elongated anisopores, the outer ones are 3 times longer than the internal ones (3.21 in the holotype on average). The interporal space of the posterior branch is larger than the previous one, flat and without any protuberances. There are primary scrobiculated tubercles dispersed around the central space of the ambulacra and abundant granular miliary forming the scrobicular rings and also forming alignments that are perpendicular to the axis of the ambulacra and that even cross between two pairs of pores (Fig. 8C)). In contrast to the oral surface, the five ambulacra are stripped of primary tuberculation. On the oral surface the previous ambulacra are sunken towards the peristome, they have a width similar to that of the apical surface and are straight and perpendicular to the axis of Lovén. In the holotype the anterior branch of Petal II has 47 pairs of pores and the posterior branch 56.

Posterior ambulacra. The posterior ambulacral pairs on the apical surface are not sunken; the petals are shorter than the anterior ones (87% on average). They are straight, wide, subpetaloid and divergent in the abapical part (Fig. 9C). On the oral surface, the posterior ambulacra are much longer than the others and they sink gently into the peristome; they are also wider

than in the apical and smooth sides and show no tuberculation. The petals occupy 88% of the radial length of the ambitus. The two branches are very similar although a certain asymmetry is noticeable. In the posterior branch the pores are slightly longer than in the anterior branch (10% longer inner pores and 20% external ones, holotype). Each branch is constituted by an elongated diplopore with shortened interiors; the outside ones are three times longer in the anterior branch and 3.5 times longer in the posterior branch. The interporal space is the size of the interior pores and flat. As per the previous petals, the space between the two branches has primary tubercles and abundant miliary granulation (Fig. 6C). In the holotype there are about 40 pairs of pores.

Peristome. The peristome is eccentric and displaced towards the anterior part (70% of the length with respect to the posterior margin), focused downwards and sunken (Figs. 5B and E; 6B and D). The ambulacra sink progressively towards the peristome in relation to interambulacra, especially the first three. The shape of the peristome is pentagonal, wider than long, the length in the symmetry axis represents 69% of the width; the edge is straight at the back and slightly convex in the other four margins. It measures (in the holotype) 8 mm of the transverse axis; on average it represents 14% of the width of the crown (n: 6). The phyllodes are formed by axially partitioned pores of an isopore type with a dome shaped interporal protuberance; There are some 6 pairs of pores in ambulacra II and IV; 5 in the outer branch; 4 in the inner branch in the ambulacra I and V and 2 in the ambulacra III (Fig. 10E).

Tuberculation. The primary tubercles are small, not crenulated, scrobiculated and in some cases, perforation can be seen with a magnifying glass (Figs. 8D and 9A). They are much denser and larger in the oral surface although only in the interambulacra, especially in the plastron where they show alignments and the areola can clearly be seen, slightly sunken and with a circular or hexagonal outline (Figs. 4D; 5F). The primary tubercles are sparser in the apical surface, without any apparent arrangement and regularly dispersed on the entire surface except in the ambulacra III groove. In the zone that fronts ambulacra III, in

the interambulacra 2 and 4, there is a dense mesh of secondary tubercles. There is abundant miliary granulation that forms the scrobicular rings, fills the spaces between the main tubercles and sometimes shapes alignments. Some protofascioles in interambulacra 1 and 4 (Fig. 8E) can clearly be seen in some specimens with an obvious alignment of the miliary tuberculosis that is very close to true orthophascioles. The spikes are straight, long, cylindrical and very fine, without visible decoration (Fig. 4D).

Fauna d'acompanyament. En tots els jaciments on s'ha trobat *H. guali* s'han recollit els següents fòssils: el bivalve *Trapezium nucleus* Coquand, 1865, que a la subconca de Morella només ha estat citat al MMV (Forner & Castany, 2013); el bivalve *Plicatula placunea* Lamarck, 1819, que va estar utilitzat pels paleontòlegs francesos (Canerot, 1974) com a fòssil guia per indicar la formació, que anomenaven “Margues amb Plicatules” i que equival a les Margues del Forcall; i també el braquiòpode *Burrirhynchia miliani* (Calzada, 1971), descrit com a varietat per Bataller (1947), amb material de la localitat tipus on es defineix el membre Margues de Morella la Vella, i elevada a espècie per Calzada (1971) amb posterioritat. El conjunt de la fauna associada es correspon amb una edat de l'Aptià inferior.

Diferències amb altres espècies. *Heteraster guali* es distingeix d'*H. oblongus* Brogniart, 1821, del Barremià superior i Aptià inferior, perquè aquesta espècie té una corona més allargada, no tan deprimida; el sistema apical és molt posterior, té els pètals posteriors curts; i en l'ambulacre III no té un percentatge de porus llargs, respecte als curts, tan elevat com l'espècie nova. D'altra banda, *H. oblongus* no arriba a la part superior del membre Cap de Vinyet (Fig. 2) a la conca del Maestrat, de manera que no va arribar a conviure amb *H. guali*.

L'espècie nova se separa de *H. sappieri* (de Loriol, 1904), de l'Aptià-Albià d'Hondures, que és l'espècie més propera, perquè aquesta té el periprocte transvers (de Loriol, 1904:48); disposa d'un peristoma lleugerament pentagonal, indica el text, i aparentment subcircular per la figura (de Loriol, 1904: p. IV, fig. 4a); els pètals curts de l'ambulacre III són molt menuts, arrodonits i de mida semblant (isoporus); i els ambulacres, en la superfície oral, no s'enfonsen

cap al perístoma. En canvi, en *H. guali* el periprocte és vertical; el peristoma és clarament pentagonal i més ample que llarg; els pètals curts de l'ambulacre III són desiguals, amb el porus extern ovalat un 50% més llarg que l'intern (anisoporus); i els ambulacres, a la superfície oral, s'enfonsen de forma molt evident cap al peristoma, especialment els tres anteriors.

H. guali no es pot confondre amb *Toxaster ucetiae* Dumas, 1876, de l'Aptià inferior de França, perquè aquesta espècie no presenta heterogeneïtat als parells de porus de l'ambulacre anterior i té els pètals parells curts (Dumas, 1876), a diferència de l'espècie nova, que els té llargs i un ambulacre III inequívocament heterogeni, típic del gènere.

L'espècie nova se separa de *H. verruculatus* Fourtau, 1921 de l'Aptià superior de Somàlia i Etiòpia per l'alternança dels parells de porus petits i llargs i pels grans tubercles escrobiculats amb les areoles enfonsades d'aquesta espècie.

H. guali es diferencia d'*H. obliquatus* (Clarck, 1893), de l'Aptià superior-Albià inferior de Texas (USA), perquè aquesta última té el parell de pètals posteriors més curts; el sistema apical més posterior i un nombre semblant de parells de porus curts i llargs a l'ambulacre III.

Discussió

L'espècie descrita, encara que s'identifica de forma immediata i sense dubtes al camp, presenta certa variabilitat quan se l'analitza en profunditat. Especialment en dos aspectes. El primer, per l'organització de les plaques del sistema apical on es troben exemplars tant amb l'ocular OIV inserta com exserta. El segon aspecte, en que *H. guali* mostra una clara variabilitat, és en la forma i mida dels porus de la branca anterior dels pètals anteriors, en els quals de vegades s'aprecia, damunt, heterogeneïtat entre parells de porus llargs i curts, aquests últims, però, en molt poc nombre, quan hi apareixen.

L'assignació genèrica, atès que presenta porus heterogenis en l'ambulacre III, asimetria entre les branques dels ambulacres anteriors i un sistema apical

endarrerit (encara que molt lleugerament) no ofereix dubtes. Tot i això la delicada qualificació entre parafascioles i ortofascioles en els interambulacres 1 i 4, que constitueix el caràcter diagnòstic del gènere *Washitaster*, comporta un cert element d'incertesa, considerant que la situació d'aquest últim gènere i la seua inclusió dins d'*Heteraster* o el seu manteniment com a gènere vàlid és una qüestió encara no plenament resolta.

Villiers et al. (2001), en un treball sobre l'ontogènia i l'evolució morfològica dels porus ambulacrals dels espatangoids, dibuixen un *Heteraster* de la conca del Maestrat, sense citar localitat, d'edat Aptià superior, que podria ser l'espècie estudiada. Amb tot, no hi ha coincidència en la datació perquè l'espècie nova és de forma indubtable de l'Aptià inferior. En el treball esmentat no s'indica l'autor i l'any de la suposada espècie *H. ucetiae*. En bibliografia, no s'ha trobat cap referència a aquesta presumpta espècie, fora de la mera cita posterior que hi fan Vaziri & Arab (2011), del treball de Villier et al. (2001), sense aportar cap concreció nova. Potser els autors es volien referir a *Toxaster ucetiae* Dumas 1876 (481; Pl. II, fig.4), de l'Aptià inferior francès, que Lambert & Thiéry (1909-1925) assignen a *Miotoxaster* Pommel, 1883. En el treball de Dumas (1876) es descriu escassament, i no en les condicions que es consideren vàlides actualment, un *Toxaster*, el *T. ucetiae*, que té una certa semblança amb l'espècie nova. La descripció completa és aquesta:

Toxaster Ucetiae, nobis. Pétales ou ambulacres pairs, courts, non creusés; sommet apical central, sillon évasé, face inférieure remarquablement plate; forme générale très - déprimée; anus très près du bord inférieur. Aptien inférieur. Serviers, lit de la rivière de Seynes, T. R. (sic).

La figura que s'hi representa és certament un *Toxaster* amb els porus de l'ambulacre III tots curts i uniformes, que res té a veure amb l'espècie aquí estudiada, ni amb cap *Heteraster*. L'espècie nova també es distingeix d'aquesta perquè té els pètals llargs, que arriben quasi a l'àmbit; la superfície oral és suaument còncava, de forma més notable en els ambulacres que desemboquen en el peristoma clarament enfonsats;

i el sistema apical un poc endarrerit. En la tesi inèdita de Villier (2001: 104-106, fig. 3.16; i 270, fig. 5.15), del mateix any, el mateix autor, en canvi, l'assignava a *H. sapperi* (de Lorient, 1964), un *Heteraster* americà, de l'Aptià-Albià d'Honduras, espècie semblat de la qual s'han indicat les diferències en l'apartat corresponent.

Alguns autors com Vaziri & Arab (2011) i Villiers et al. (2001), consideren que l'alta densitat de porus llargs en el pètal de l'ambulacre III és una adaptació a funcions respiratòries amb més demanda d'oxigen que es podria associar a ambients d'aigües somes amb poc d'oxigen. És una hipòtesi molt suggeridora, però que potser no està sustentada amb suficients dades objectives.

Agraïments

A Joan Castany, per cedir l'holotip al MGB. A Ximo Segura, per cedir exemplars per a l'estudi i donar-ne als museus. A Florenci Barreda, per cedir exemplars per a l'estudi. A Juan Manuel Batiste, per mostrar-me el jaciment de la Puntassa. A Carl Nugent, per la correcció dels textos en anglès. A la Fundació Caixa Castelló pel recolzament al projecte de recerca dels holotips de Castelló i l'ajuda en el finançament del microscopi digital. A tots els revisors que han contribuït a millorar el text final.

Bibliografia

Acadèmia Valenciana de la Llengua, 2018. Corpus toponímic. Internet: <http://www.avl.gva.es> (consultada 16/06/2018).

Bataller, J. R. 1947. Sinopsis de las especies nuevas del Cretácico de España. Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, 3a Època, núm. 586, Vol. XXVIII, 12: 208 pp. Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona. Barcelona

Bover-Arnal, T., Moreno-Bedmar, J. A., Frijia, G., Pasqual-Cebrian, E. & Salas, R. 2016. Chonostratigraphy of the Barremian-Early Albian of the Maestrat Basin (E Iberian Peninsula): integrated strontium-isotope stratigraphy and ammonoid biostratigraphy. Newsletters on Stratigraphy, vol. 49/1: 41-68.

Calzada, S. 1971. *Rhynchonella lata* var. *miliani*, Bataller 1947, *Sulcirrhynchia miliani* (Bataller, 1947). Acta Geològica Hispànica, t. VI (5): 143-146.

Canérot, J. 1974. Recherches géologiques aux confins des chaînes Iberiques et Catalane (Espagne). Thèse doct. Toulouse, 1974. Enadimsa, Trab. de Tesis, n° 4: 517 pp.

Canérot, J., Cuny, P., Pardo, G., Salas, R., & Villena, J. 1982. Ibérico Central Maestrazgo. In A. García Ed.: El Cretácico en España: 273-344. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.

David, B., Fournier, D. & Godet, H. 1987. Variations morphologiques chez *Heteraster oblongus* (Brongniart: exemple de l'Aptien inférieur de Chartreuse (Isère, France). 1987. GéoligienMéditerranéenne, t. XIV, núm. 4: 255-260.

Devriès, A. 1960. Contribution à l'étude de quelques groupes

d'échinides fossiles d'Algérie. Publications du Service de la Carte Géologique d'Algérie, 3: 1-178.

Dumas, E. 1876. Statistique géologique, minéralogique et paléontologique du département du Gard. Librairie de la Société de géographie. Paris.

Durham, J.W. & Wagner, C.D. 1966. Glossary of morphological terms applied to echinoids. In R.C. Moore (Ed.) Treatise on invertebrate paleontology, Part U, Echinodermata 3: U251-U256. The Geological Society of America and University of Kansas, Lawrence (EUA).

Fischer, A. G. 1966. Spatangoids. In R.C. Moore (Ed.) Treatise on invertebrate paleontology, Part U, Echinodermata 3: U543-U628. The Geological Society of America and University of Kansas, Lawrence (EUA).

Forner, E. 2011. Espècies fòssils castellonenques. Butlletí de la Societat Castellonenca de Cultura, Tom LXXXVII: 5-26.

Forner, E. 2014. Una onomàstica singular: antropònims i topònims en els noms científics dels fòssils castellonenques. In Actes de la VII Jornada d'Onomàstica, Xèrica, 2013: 143-159. Acadèmia Valenciana de la Llengua. València.

Forner, E. & Castany, J. 2013. Revisió de *Trapezium nucleus* (Cochand, 1865) (Mollusca, Bivalvia) de l'Aptià de la conca del Maestrat. Treballs del Museu de Geologia de Barcelona, 19: 49-57.

Forner, E. & Gual, V. 2013. Primera addenda al catàleg de fòssils castellonenques. Nemus, 3: 13-57.

Forner, E. & Gual, V. 2016. Segona citació de *Grammatodon cassanovai* (Bivalvia), del Barremià de Vallibona (els Ports, conca del Maestrat). Butlletí del Centre d'Estudis de la Natura del Barcelonès Nord, 29: 55-67.

Forner, E., Gual, V. & Gombau, E. 2015. Revisió d'*Orthopsis royoi* Lambert, 1935 (Echinoidea) del Cretaci Inferior de Vallibona (els Ports, conca del Maestrat, NE de la península Ibèrica). Nemus, 5: 27-43

Forner, E. & Moreno-Bedmar, J.A. 2018. *Conulus sanzgarciyai* sp. nov. (Echinodermata: Echinoidea) de l'Aptià inferior de Coratxà (conca del Maestrat). Nemus, 8: 67-82.

Forner, E. & Segura, J. 2018. Presència de *Washitaster delgadoi* (Echinoidea) al Cenomanià de Castelló de la Plana. Butlletí de la Societat Castellonenca de Cultura, T. XCIII: 5-23.

François, É. & David, B. 2006. Variations morphologiques des *Toxaster* (Echinoidea : Spatangoida) en regard des fluctuations spatiales (Arc de Castellane, SE France) et temporelles (Valanginien-Hauterivien) du milieu sédimentaire: expression d'un potentiel adaptatif restreint. Geobios, 39: 355-371.

Gallell, J. 1988. 9 Els Equinoderms. In R. Folch i Guillén (Ed.) Història natural dels Països Catalans, Vol. 15, Registre fòssil: 357-380. Fundació Enciclopèdia Catalana, Barcelona.

García, R., Moreno-Bedmar, J.A., Bover-Arnal, T., Company, M., Salas, R., Latil, J.-L., Martín-Marín, J.D., Gomez-Rivas, E., Bulot, L.G., Delanoy, G., Martínez, R & Grauges, A. 2014. Lower Cretaceous (Hauterivian-Albian) ammonite biostratigraphy in the Maestrat Basin (E Spain). Journal of Iberian Geology 40 (1): 99-112.

Gual, V. & Forner, E. 2013. Sobre *Vidaliella gerundensis* (Vidal, 1883) del Paleogen de Vallibona (els Ports). Nemus, 3: 81-91.

Kier, P. M. & Lawson, M. H. 1978. Index of Living and Fossil Echinoids 1924-1970. Smithsonian Contributions to Paleobiology, 34. 182 pp. Smithsonian Institution Press. Washington.

- Kroh, A. 2010.** Index of Living and Fossil Echinoids. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, serie A 112: 195-470.
- Kroh, A. & Smith, A.B. 2010.** The filogeny and classification of post-Paleozoic echinoids. *Journal of Systematic Palaeontology*, Vol. 8 (2): 147-122.
- Lambert, J. 1935.** Échinides crétacés d'Espagne II. Sur quelques échinides crétacés d'Espagne, communiqués par M. le prof. Royo y Gómez. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 35: 521-526.
- Lambert, J. & Thiéry, P. 1909-1925.** Essai de nomenclature raisonnée des échinides. 607 pp., 15 pls. Librairie Septime Ferrière. Chaumont.
- Loriol, P. (de). 1904.** Notes pour servir à l'étude des échinodermes. Seconde série, fascicule II. 68 pp, 4 pls. Imprimerie W. Kundig & Fils. Genève.
- Matamalas-Andreu, R., Juárez-Ruiz, J. & Forner, E. 2016.** Revisió de dues espècies de macrogasteròpodes de l'Eocè de Vallibona (els Ports, Castelló) i consideracions estratigràfiques i paleoambientals. *Nemus*, 6: 123-128.
- Matthews, S.C. 1973.** Notes on open nomenclature and synonymy lists. *Palaeontology*, 16(4): 713-719.
- Melville, R.V. & Durham, J.W. 1966.** Skeletal morphology. In: *Treatise on invertebrate paleontology. Part U. Echinodermata 3. Volume 1* (Moore, ed.), the Geological Society of America & the University of Kansas, New York: U220-U257.
- Néraudeau, D., David, B. & Madon, C. 1998.** Tuberculation in spatangoid fascioles: Delineating plausible homologies. *Lethaia*, 31: 323-334.
- Pitarch, T. & Serret, J.M. 2008.** Toponímia dels pobles valencians. Vallibona, els Ports. 9 p., 3 mapes. Acadèmia Valenciana de la Llengua. València.
- Salas, R. 1986.** El cicle Cretaci inferior al marge oriental d'Ibèria. In R. Folch i Guillén (Ed.) *Història Natural dels Països Catalans, Geologia I*. Vol. 1: 333-349. Fundació Enciclopèdia Catalana. Barcelona.
- Salas, R. 1987.** El Malm i el Cretaci inferior entre el Massís de Garraf i la serra d'Espadà. Anàlisi de conca. Tesis doctoral, p. 345, Universitat de Barcelona.
- Salas, R. i Guimerà, J. 1996.** Rasgos estructurales principales de la cuenca cretácica inferior del Maestrazgo (Cordillera Ibérica oriental). *Geogaceta*, 20 (7): 1704-1706.
- Saura, M. & García, J.A. 2012.** Atelostomata II. Spatangoida. *Nomochirus*, 3: 340 pp. Associació Paleontològica i Mineralògica d'Onda. Onda.
- Saura, M. & García, J.A. 2017.** Equínids irregulars del Maestrat. Pòster. Associació Paleontològica i Mineralògica d'Onda. Onda.
- Smith, A.B. 1980.** The structure, function and evolution of tube feet and ambulacral pores in irregular echinoids. *Paleontology*, 23: 39-84.
- Smith A.B. & Kroh, A. 2018.** THE ECHINOID DIRECTORY. Natural History Museum. <http://www.nhm.ac.uk> (consultada el 18/06/2018).
- Smith, A.B. & Rader, W. 2009.** Echinoids diversity, preservation potential and sequence stratigraphical cycles in the Glen Rose Formation (early Albian, Early Cretaceous), Texas, USA. *Paleobio Paleoenv*, 89: 7-52.
- Srivastava, D.K. 2004.** Fossil Spatangoids (Echinodermata) from the Indian subcontinent – A review. *Journal of the Palaeontological Society of India*, 49: 125-149.
- Srivastava, D.K. 2012.** An annotated bibliography of fossil echinoids (Echinodermata) of India and Pakistan. *Journal of the Palaeontological Society of India*, 57 (2): 163-203.
- Vaziri, M. R. & Arab, A. L. 2011.** Morphological variations, patterns of frontal ambulacrum pores and paleoecology of *Heteraster renngarteni* Poretzkaja (Echinoidea: Spatangoida) from Aptian sediments of Baghin Area, Kerman, Iran. *Pak. J. Sci. Ind. Res. Ser. B: Biol. Sci.* 54 (1): 41-46.
- Villalba, M.P. 1993.** Revisión de los equínidos del Cretácico Inferior y Medio Español. Tesis doctoral 1991. Facsímil autoritzat i reproduït pel Servei de Reprografia de la Editorial de la Universitat Complutense de Madrid en 1993. 568 pp. 33 làm. Universitat Complutense de Madrid. Madrid.
- Villalba, M. P. 2003.** Los equínidos irregulares de la provincia de Castellón. *Nemus*, 1: 93-156.
- Villanueva-Amadoz, U., Santisteban, C. & Santos-Cubedo, A. 2014.** Age determination of the Arcillas de Morella Formation (Maestrazgo Basin, Spain). 2014. *Historical Biology: An International Journal of Paleobiology*, DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/08912963.2013.874422>
- Villier, L. 2001.** Evolution du genre *Heteraster* dans le contexte de la radiation de l'ordre des Spatangoida (Echinoidea, Echinodermata) au Crétacé Inférieur. 248 p. Thèse Université de Bourgogne. Dijon.
- Villier, L., David, B. & Néraudeau, D. 2001.** Ontogenetic and morphological evolution of the ambulacral pores in *Heteraster* (early spatangoids). In Barker (ed.) *Echinoderms 2000*: 563-567. Sweets & Zeitlinger. Lisse.
- Villier, L., Néraudeau, D., Clavel, B., Neumann, C. & David, B. 2004.** Phylogeny of Early Cretaceous spatangoids (Echinodermata: Echinoidea) and taxonomic implications. *Palaeontology*, 47 (2): 265-292.

Rebut el 26 de juliol de 2018. Acceptat el 22 d'agost de 2018.

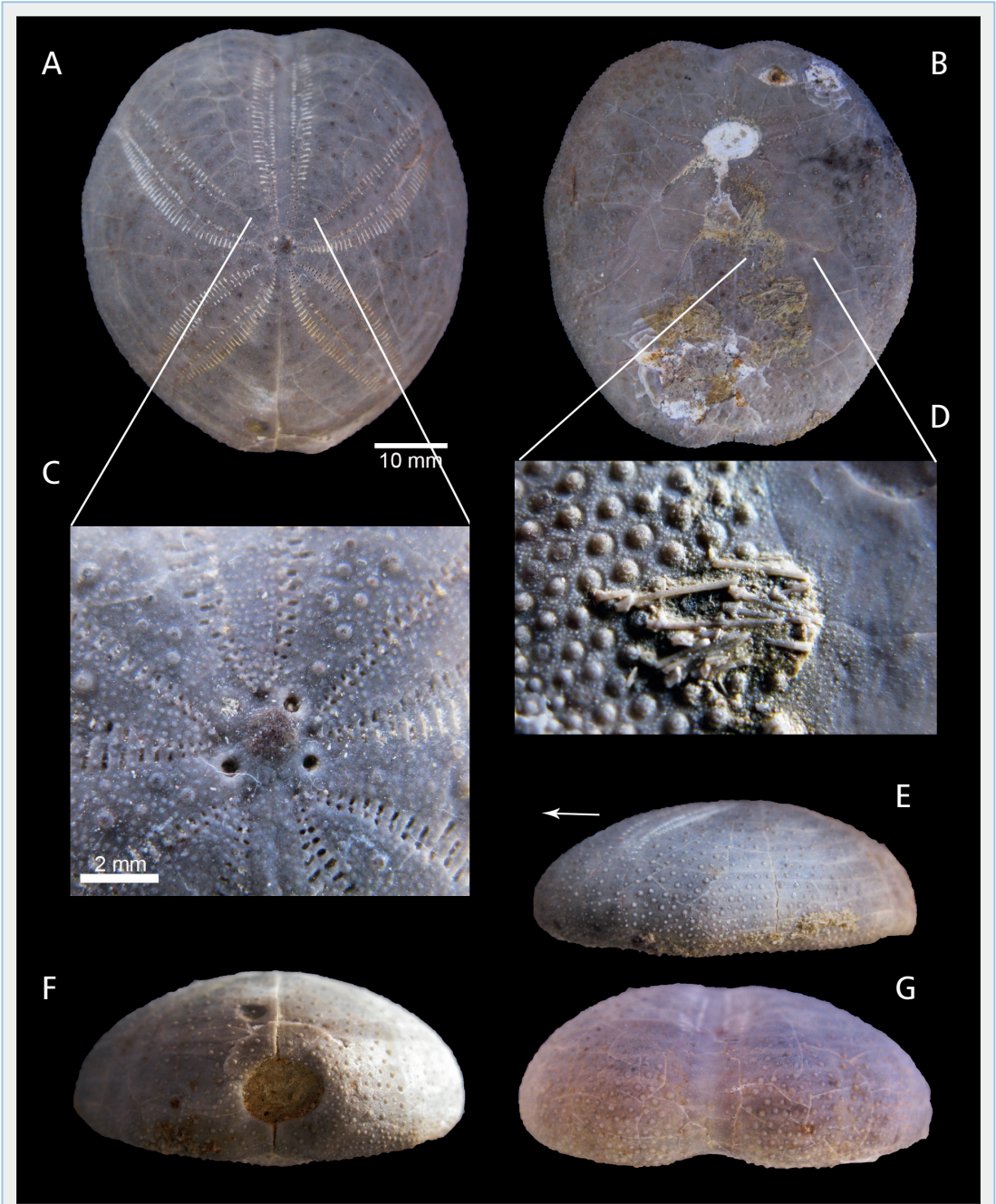
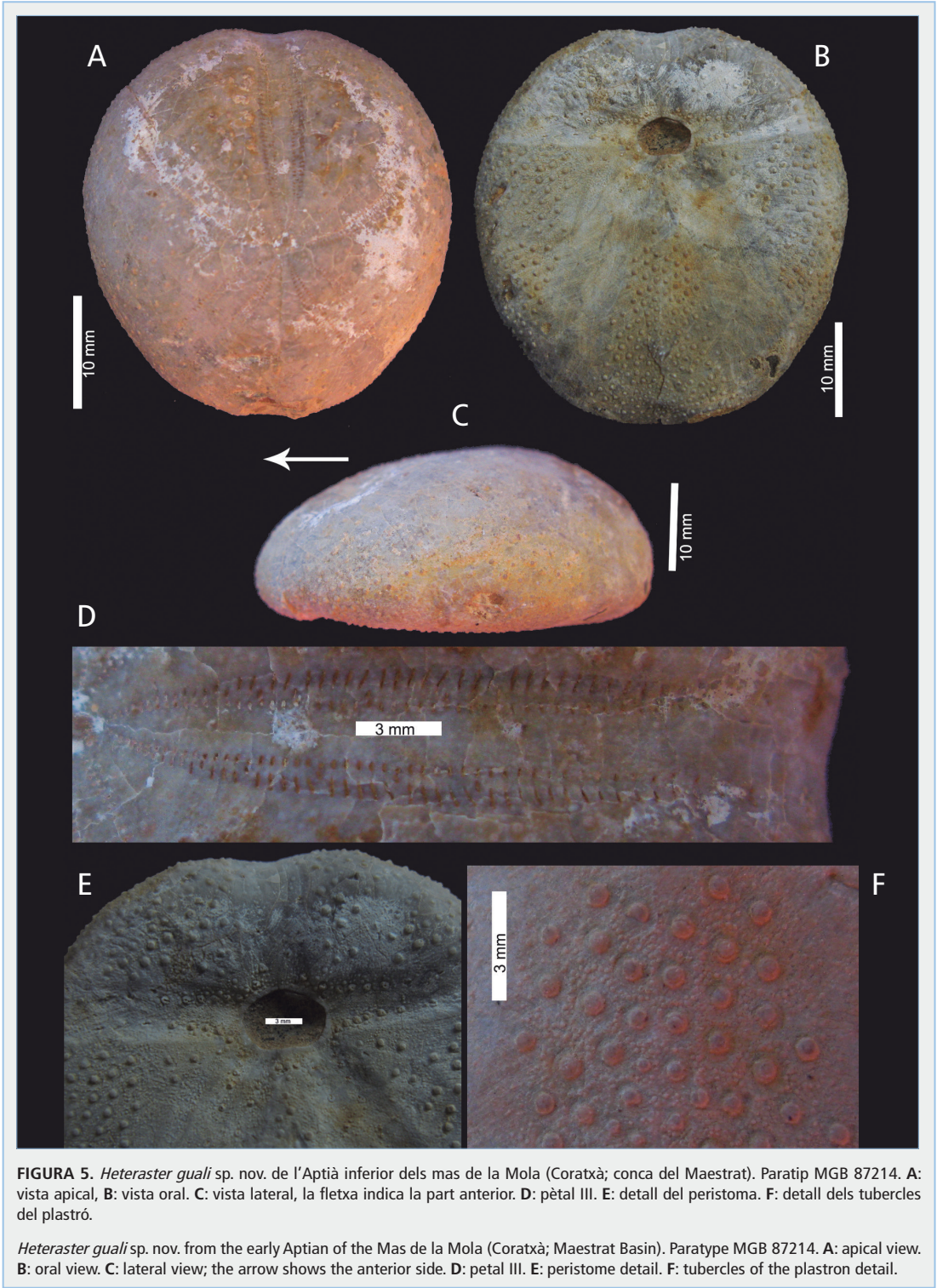


FIGURA 4. *Heteraster guali* sp. nov. de l'Aptià inferior del mas de les Argiles (Vallibona; conca del Maestrat). Holotip MGB 87213. A: vista apical, B: vista oral. C: detall del sistema apical. D: detall de les pues. E: vista lateral, la fletxa indica la part anterior. F: vista posterior. G: vista anterior.

Heteraster guali sp. nov. from the early Aptian of the Mas de les Argiles (Vallibona; Maestrat Basin). Holotype MGB 87213. A: apical view. B: oral view. C: apical systems detail. D: spines detail. E: lateral view; the arrow shows the anterior side. F: posterior view. G: anterior view.



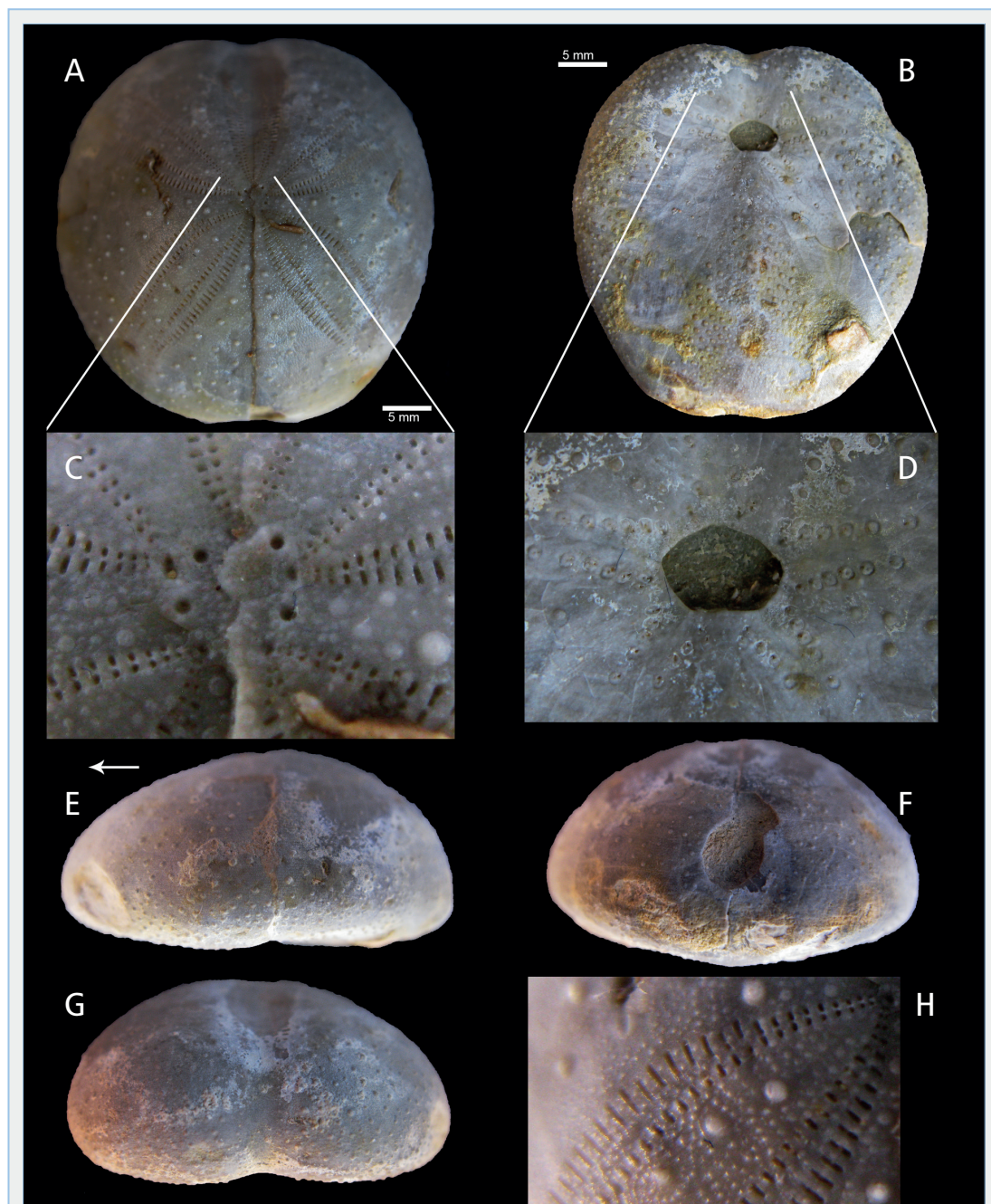


FIGURA 6. *Heteraster guali* sp. nov. de l'Aptià inferior del jaciment de la Puntassa (Coratxà; conca del Maestrat). Paratip MNHN.F.A70295. **A:** vista apical. **B:** vista oral. **C:** detall del sistema apical. **D:** detall del peristoma. **E:** vista lateral, la fletxa indica la part anterior. **F:** vista posterior. **G:** vista anterior. **H:** detall dels tubercles del pètal V.

Heteraster guali sp. nov. from the early Aptian of the outcrop at Puntassa (Coratxà; Maestrat Basin). Paratype MNHN.F.A70295. **A:** apical view. **B:** oral view. **C:** apical systems detail. **D:** peristome detail. **E:** lateral view; the arrow shows the anterior side. **F:** posterior view. **G:** anterior view. **H:** tubercles of the petal V detail.

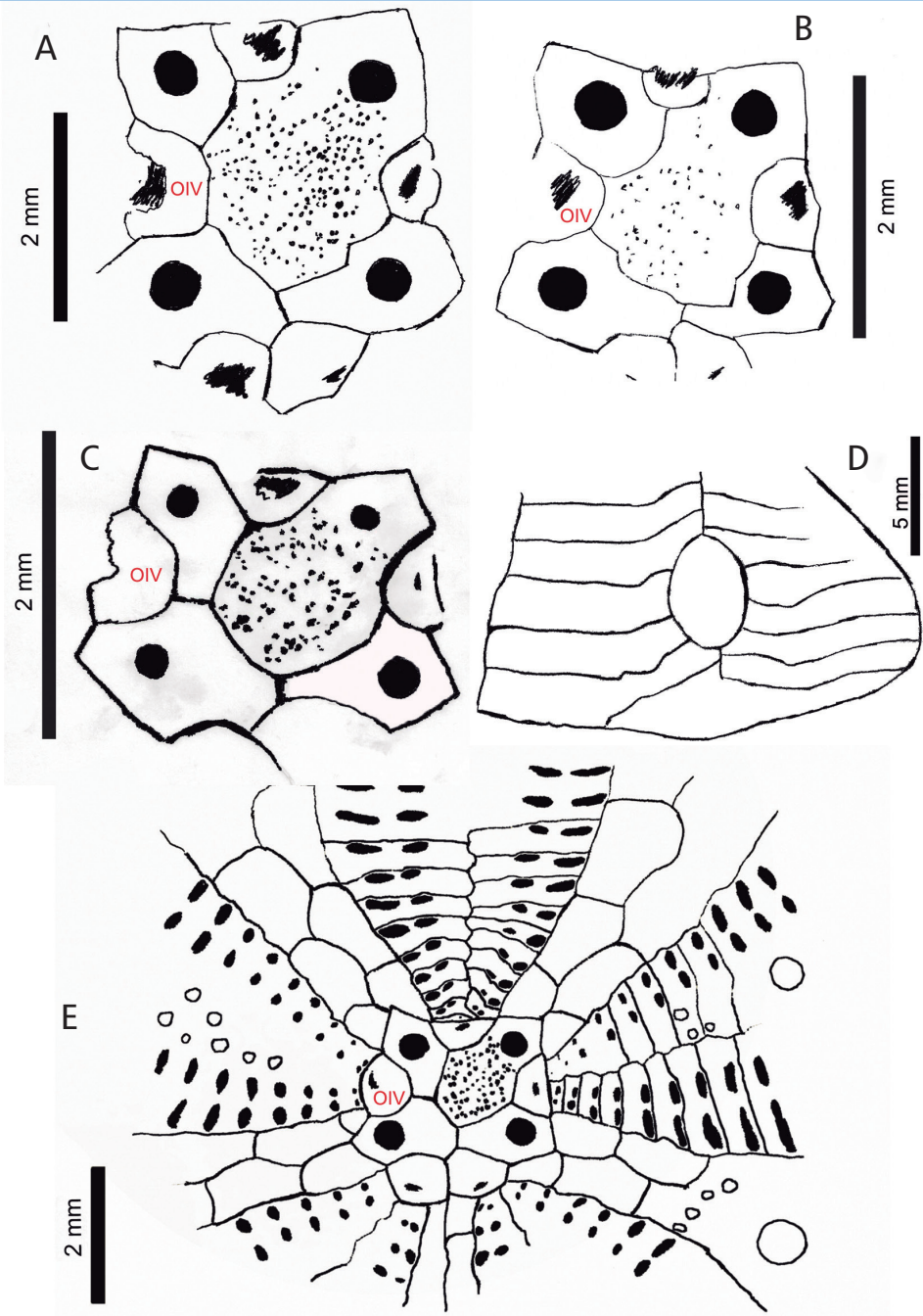


FIGURA 7. *Heteraster guali* sp. nov. de l'Aptià inferior de la conca del Maestrat. Dibuixos del sistema apical, A: paratip NHMV 2018/0227/0001; B: CADN HPVA15; C: CADN HPFR21; E: CADN HPFR14. Dibuix del periprocte, D: CADN HPC220.

Heteraster guali sp. nov. from the early Aptian of the Maestrat Basin. Apical system drawings, A: paratype NHMV 2018/0227/0001; B: CADN HPVA15; C: CADN HPFR2; E: CADN HPFR14. Periproct drawing, D: CADN HPC220.

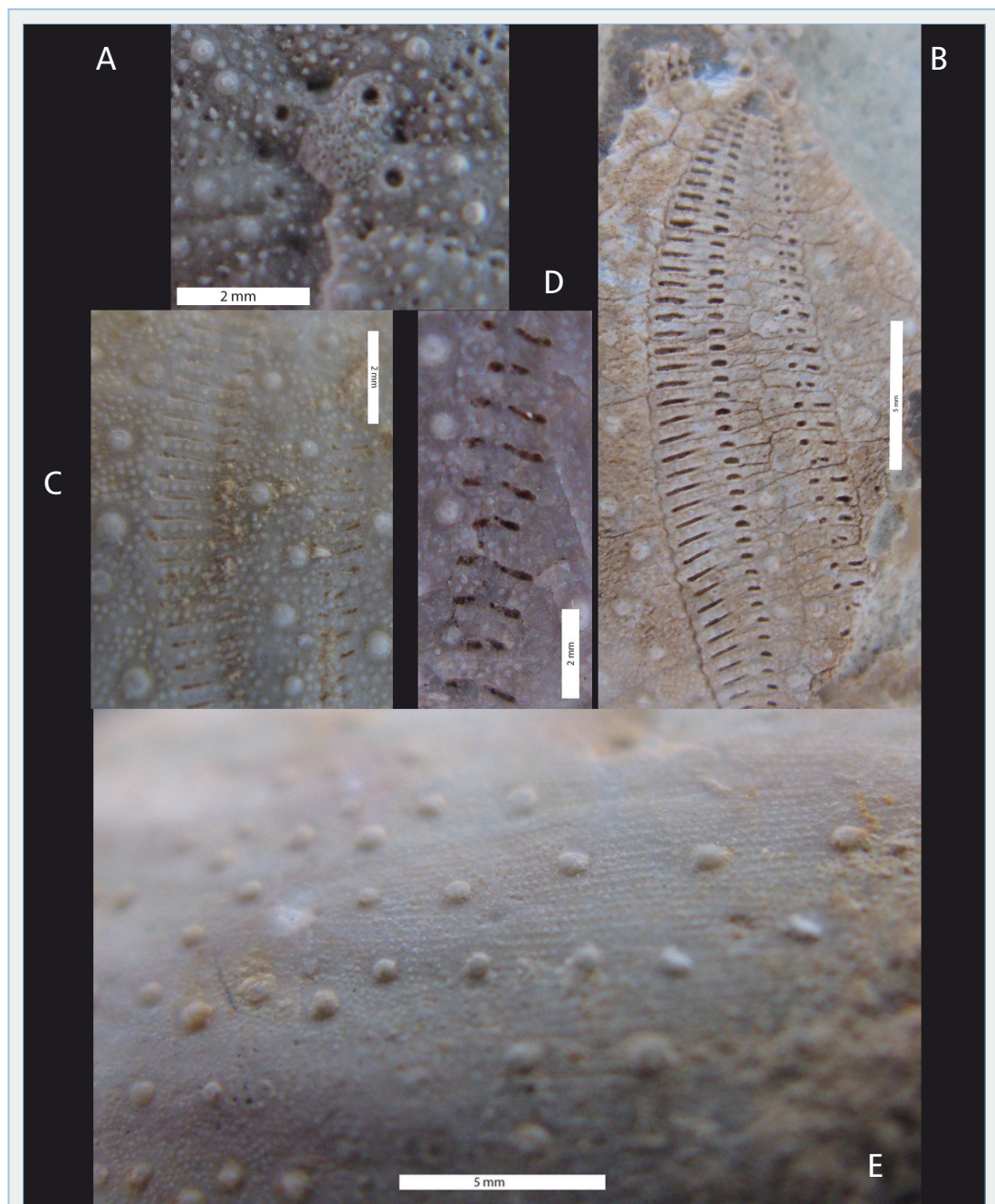


FIGURA 8. *Heteraster guali* sp. nov. de l'Aptià inferior de la conca del Maestrat. **A:** sistema apical paratip NHMV 2018/0227/0001. **B:** ambulacre II (paratip MGB 87215). **C:** ambulacre II (paratip MGL 102102). **D:** ambulacre IV (paratip MGUV-36325). **E:** detall parafascioles en el interambulacre 1, paratip NHMV 2018/0227/0002).

Heteraster guali sp. nov. from the early Aptian of the Maestrat Basin. **A:** apical system (paratype HMV 2018/0227/0001). **B:** ambulacrum II (paratype MGB 87215). **C:** ambulacrum II (paratype MGL 102102). **D:** ambulacrum IV (paratype MGUV-36325). **E:** parafascioles detail in the interambulacrum 1, NHMV 2018/0227/0002).



FIGURA 9. *Heteraster guali* sp. nov. de l'Aptià inferior de la conca del Maestrat. A: detall interambulacre 5 amb tubercles perforats (paratip MGL.102102). B: detall final pètal II (CADN HPC117). C: detall final pètal I (CADN HPFR13). D: pètal II (CADN HPFR14). E: detall periprocte i plaques perianals (CADN HPC220).

Heteraster guali sp. nov. from the early Aptian of the Maestrat Basin. A: interambulacrum 5 with perforated tubercles (paratype MGL.102102). B: petal II end detail (CADN HPC117). C: petal I end detail (CADN HPFR13). D: petal II (CADN HPFR14). E: periproct detail and perianal plates (CADN HPC220).

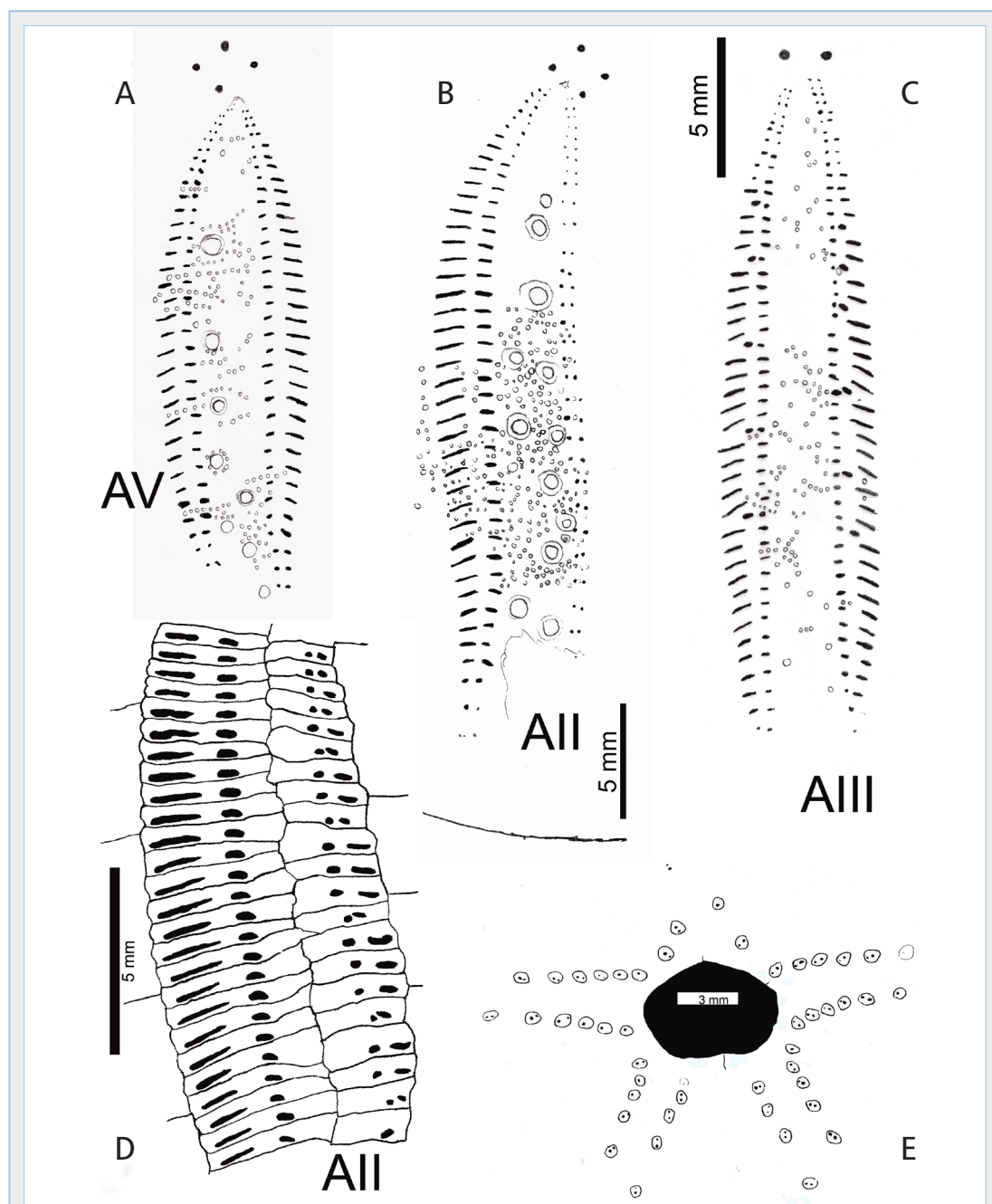


FIGURA 10. *Heteraster guali* sp. nov. de l'Aptià inferior de la conca del Maestrat. CADN HPVE12, dibuixos dels pètals dels ambulacres, A: ambulacre V; B: ambulacre II. Paratip MGB 87216, C: ambulacre III. Paratip MGB 87215, D: dibuix de l'ambulacre II. Paratip MGB 87214, E: dibuix del peristoma i els fil·lodes.

Heteraster guali sp. nov. from the early Aptian of the Maestrat Basin. CADN HPVE12, drawings of the petals of the ambulacra, A: ambulacrum V; B: ambulacrum II. Paratype MGB 87216, C: ambulacrum III. Paratype 87215, D: ambulacrum II drawing. Paratype MGB 87214, E: drawing of the peristome and phyllodes.